

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-278254

(43)Date of publication of application : 06.10.2000

(51)Int.Cl.

H04L 7/08
H04J 3/06

(21)Application number : 11-081039

(71)Applicant : HITACHI DENSHI LTD

(22)Date of filing : 25.03.1999

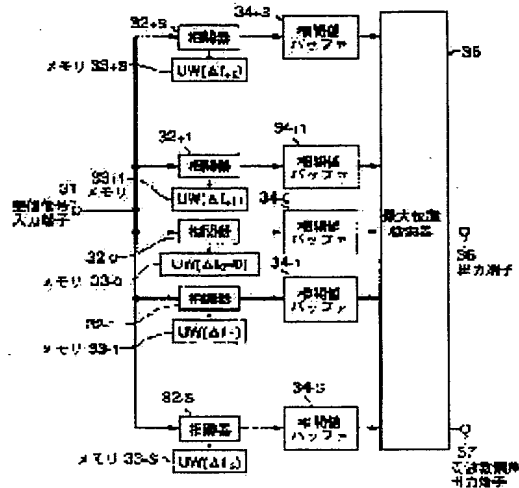
(72)Inventor : KOBAYASHI TAKEHIKO

(54) FRAME DETECTOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To enable correct frame detection even when a reception signal having a great frequency deviation is inputted by selecting the sequence of correlative values having a maximum value out of the sequences of correlative values outputted by a correlator, and providing a maximum position retriever or the like for retrieving a maximum position from that sequence of correlative values.

SOLUTION: A maximum value retriever 35 finds parameters (i) and (n) giving the maximum value from an output $c_{i,n}$ of a correlator 32i ((i) is an integer from 0 to S) at a time (n) sent from all correlative value buffers 34i. If $c_{i,n}$ is maximum when $i=i_{max}$ and $n=NP$, for example, the frequency deviation of the received signal has a value close to Δf_{max} , an input signal at the point of $n=NP$ can be judged as the final symbol of a unique word and frame timing can be detected. Therefore, even when the great frequency deviation exists, frame detection is enabled and the pull-in setting of timing based on frame detection is enabled without waiting the convergence of synchronism such as AFC at the rising time of the reception signal or the like.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's

decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-278254

(P2000-278254A)

(43) 公開日 平成12年10月6日 (2000.10.6)

(51) Int.Cl.

識別記号

F I .

テーム(参考)

H 0 4 L 7/08

H 0 4 L 7/08

A 5 K 0 2 8

H 0 4 J 3/06

H 0 4 J 3/06

A 5 K 0 4 7

審査請求 未請求 請求項の数2 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平11-81039

(22) 出願日 平成11年3月25日 (1999.3.25)

(71) 出願人 000005429

日立電子株式会社

東京都千代田区神田和泉町1番地

(72) 発明者 小林 岳彦

東京都小平市御幸町32番地 日立電子株式
会社小金井工場内

F ターム(参考) 5K028 AA11 AA14 MM17 NN01 NN07
NN08 SS24

5K047 AA02 AA11 CC01 GG10 HH01

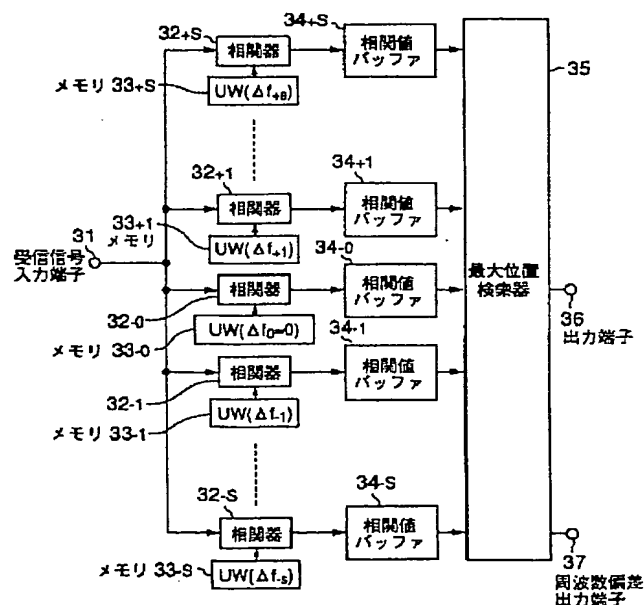
HH14 HH15 HH44 MM24 MM62

(54) 【発明の名称】 フレーム検出器

(57) 【要約】

【課題】 デジタル通信において、送信搬送波周波数と受信機の基準周波数との差(周波数偏差)が存在する場合にも、フレームタイミングを検出する。

【解決手段】 フレーム内に付加されたユニークワードが、適切に配置された複数個の周波数偏差を受けた場合に、受信信号として期待される複数のレプリカ系列を準備し、各々について受信信号との相関演算を行い、複数の相関系列の中から最大値を与える点を求めることによって、フレームタイミング検出を行う。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 フレームにユニークワードが付加されたデジタル信号を入力し、該入力したデジタル信号と前記ユニークワードとの相関演算を行い、該相関演算によって得られた相関値の中から最大値を求め、該求められた最大値の与える位置に基いてフレームの伝送タイミングを検出するフレーム検出器において、前記デジタル信号が周波数偏差を受けて入力した場合に前記ユニークワードが受ける位相回転を、所定の複数の周波数偏差についてそれぞれ求めたそれぞれの位相回転後のユニークワードを予め格納したメモリと、該メモリから読出された前記周波数偏差を受けたユニークワードをそれぞれ入力し、前記デジタル信号との相関を行う相関器と、該相関器が出力したそれぞれの相関値の系列から最大値を有する該相関値の系列を選択し、該最大値を有する前記相関値の系列から最大位置を検索する最大位置検索器とを有し、該選択された前記デジタル信号のフレームタイミングを検出することを特徴とするフレーム検出器。

【請求項2】 請求項1記載のフレーム検出器において、選択された前記最大値を与える系列に使用したメモリに格納された周波数偏差を外へ出力することを特徴とするフレーム検出器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明はデジタル通信に使用する受信機におけるフレーム検出器の構成に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 デジタル通信におけるフレーム検出方式として、既知のユニークワードと受信信号との相関演算を行い、その相関値が最大となる点を求め、この点からフレームの位置を検出する方式がある。図2によりこの方式を説明する。図2は従来のフレーム検出器の構成を示すブロック図である。11は受信信号入力端子、12は相関器、13は相関値バッファ、14はピーク位置検出器、15はピーク位置出力端子、16はユニークワードメモリである。

【0003】 図2において、受信信号入力端子11には、シンボル周期Tに対してM倍オーバーサンプリングされた複素のベースバンド信号が入力し、相関器12に送られる。ユニークワードメモリ16は、受信信号入力端子11に入力する受信信号のフレームに含まれるものと同じユニークワー

ドを格納しており、格納してある既知のユニークワードを相関器12に出力する。相関器12は、入力した受信信号と、ユニークワードメモリ16から読出されるユニークワードとの相関を求める。相関器12で求められた相関値は受信信号が入力する都度相関器12から出力され、相関値バッファ13に送られ保存される。ある程度の相関値（通常は1フレーム分）が蓄えられた時点で、相関値バッファ13に保存されていた相関値はピーク位置検出器14に送られる。ピーク位置検出器14では、送られてきた相関値の中から最大値を求め、この最大値を与えるタイミング位置を出力する。こうして得られたピーク位置は、受信信号内に含まれるユニークワードの受信タイミングに対応した値であり、この情報からフレームタイミングを検出することができる。

【0004】 ここで、相関器12の動作を説明する。図3は相関器の構成を説明するブロック図である。21は入力端子、 $22-i$ ($i=1, 2, 3, \dots, (L-1)$) はM段のシフトレジスタ、23はユニークワード入力端子、24は複素共役演算子、 $25-i$ ($i=0, 1, 2, \dots, (L-1)$) は複素乗算器、26は複素加算器、27は振幅二乗演算器、28は相関値出力端子である。(M, Lは自然数) 図3において、最初に、ユニークワード入力端子から長さLのユニークワード u_i ($i=0, 1, 2, \dots, (L-1)$) を入力し、共役複素演算子24に送られる。共役複素演算子24においてユニークワード u_i の共役複素数 u_i^* ($i=0, 1, 2, \dots, (L-1)$) が求められ、この共役複素数 u_i^* が複素乗算器 $25-i$ ($i=0, 1, 2, \dots, (L-1)$) で乗じる係数として設定される。この後、時刻nの時点で、入力端子21から受信信号 r_n が入力し、 $(L-1)$ 個のM段のシフトレジスタ $22-i$ が直列接続されたシフトレジスタ列に入力される(nは自然数)。この各シフトレジスタ $22-i$ 間と、その先端(入力端子21側)及び最終段のシフトレジスタ $22-i$ ($i=L-1$)からはタップが取り出され、各々のシフトレジスタ $22-i$ の出力が複素乗算器 $25-i$ ($i=0, 1, 2, \dots, (L-1)$)に入力される。複素乗算器 $25-i$ の出力は全て複素加算器26に入力され、複素加算器26で複素加算が行われる。その結果は振幅二乗演算器27に送られ、振幅二乗演算器27で振幅の二乗 c_n が求められ、相関値出力端子28を介して出力される。

【0005】 以上述べたように、図2の相関器12では、次の式(1)で表わされる演算が行われる。(ただし、kは自然数)

【0006】

【数1】

$$C_n = \left| \sum_{k=0}^{L-1} u_{L-1-k}^* r_{n-kM} \right|^2$$

$$= \left| u_{L-1}^* r_n + u_{L-2}^* r_{n-M} + u_{L-3}^* r_{n-2M} + \dots + u_1^* r_{n-(L-2)M} + u_0^* r_{n-(L-1)M} \right|^2$$

…式(1)

【0007】そして、相関値バッファ13には図4に示すような出力系列が貯えられる。相関器12の出力系列の例を図4に示す。図4は相関器12の出力系列の一例を示す図である。横軸は時刻 n 、縦軸は相関器12の出力の相対値である。なお図4では、 M をオーバーサンプル数、 L をユニークワード長として、 $M=4$ 、 $L=10$ としている。

【0008】ピーク位置検出器14では、図4に示したような出力系列から、最大値を与える時刻 N_p を求め、求めた時刻 N_p を出力する。この相関出力が最大値となる時刻 N_p は、時刻 $n = N_p$ に入力した受信信号 r_{N_p} がユニークワードの末尾シンボル u_{L-1} に相当することを示し、これにより送信されたフレームのタイミングを見つけ出すことが可能になる。

【0009】なお、本方式が正常に動作するためには、ユニークワードが伝送される時間内での受信信号の振幅・位相特性の変動が、ある程度緩やかであることが必要になる。(例えば、 W をユニークワードが伝送される時間、 T_s をシンボル間隔時間として、 $W=(L-1)T_s$ の間において受信信号の振幅・位相特性の変動がある程度緩やかであること。)特に、受信信号入力端子11に入力する前での同期検波時に、基準搬送波の周波数の送信搬送波周波数に対する偏差(周波数偏差 Δf)が大きくなると、ピーク位置における最大値の値が次第に小さくなるため、明確な最大値の位置検出が困難になる。

【0010】図5に周波数偏差が存在する場合の相関出力の一例を示す。図4と同様に、横軸は時刻 n 、縦軸は相関器12の出力の相対値であり、 $\Delta f W=0$ 、 $\Delta f W=\pm 0.6$ 、 $\Delta f W=\pm 1.2$ の3つのケースについてグラフ化して示している。また、周波数偏差 Δf はユニークワードが伝送される時間 W の逆数である W^{-1} で規格化している。図5に示されたように、 $\Delta f W=\pm 0.6$ 程度であれば、ある程度の誤差で位置検出ができるが、 $\Delta f W=\pm 1.2$ になると最大値となる候補の位置が複数あり明らかに誤検出となる。

【0011】また、図6は周波数偏差がある場合の相関器の出力例を示す図である。横軸は規格化した周波数偏差 $\Delta f W$ 、縦軸は理想の最大値位置 N_p での相関出力(最大値)の相対値である。図6は周波数偏差 $\Delta f W$ を変化させた場合の、理想の最大値位置 N_p における相関出力値を示した図で、周波数偏差 $\Delta f W$ が大きくなる(+方向と-方向どちらでも)ほど、 $n = N_p$ における相関出力値が小さくなるのが分かる。

【0012】したがって、相関演算によってフレーム検出を行う場合には、予め周波数偏差 $\Delta f W$ を十分小さくする必要がある。このため、通常の受信機では、受信信号入力端子11に入力する前に、自動周波数制御(AFC: Automatic Frequency Control)が行われる。即ち、AFCを使ってフレームに関係なく任意のシンボルの受信信号を基準として周波数偏差を求める方法であれば、AFCの収束後にフレーム検出を行えばよい。

【0013】しかし、フレーム内の特定の位置に配置された既知シンボルを使ってAFCを行う方法では、AFCが収束する以前にフレームの位置を検出しておく必要がある。したがって、この場合には初期の周波数偏差が大きい場合には、前述と同様の理由によりフレーム検出を正しく行うことができない。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】前述の従来技術には、AFCにより周波数偏差を小さくする必要がある。しかし、フレーム内の特定の位置に配置された既知シンボルを使ってAFCを行う方法では、AFCが収束する以前にフレームの位置を検出しておく必要がある。したがって、この場合には初期の周波数偏差が大きい場合には、AFCを使ってもフレーム検出を正しく行うことができない。

【0015】本発明の目的は、上記のような欠点を除去し、AFCを使わず、大きな周波数偏差のある受信信号を入力した場合でも、正しくフレーム検出が可能なフレーム検出器を提供することにある。

【0016】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するため、本発明のフレーム検出器は、相関器とユニークワードメモリを複数個設けた。それぞれのユニークワードメモリには、想定される周波数偏差に対応した位相回転を与えた、それぞれ異なるユニークワードを予め格納しておく。即ち、少しずつずれた周波数偏差がいくつか存在した場合に、受信信号として期待されるユニークワードのレプリカをそれぞれのユニークワードメモリに格納した。そして、受信信号とこれらのレプリカ系列との相関演算によって得られる相関振幅出力系列の中から、想定した周波数偏差と実際の周波数偏差がより近い場合に、相関振幅値が大きくなることを利用し、最大の相関振幅を与える系列を選択して、選択した相関系列についての最大相関振幅を与える点からフレームタイミングを検出した。

【0017】

【発明の実施の形態】図1に本発明の実施例を示す。図1は本発明のフレーム検出器の一実施例を示すブロック構成図である。31は受信信号入力端子、32 i (i=-S, ..., -1, 0, +1, ..., +S) は相関器、33 i (i=-S, ..., -1, 0, +1, ..., +S) はメモリ、34 i (i=-S, ..., -1, 0, +1, ..., +S) は相関値バッファ、35は最大値検出器、36は出力端子、37は周波数偏差出力端子である。ここでSは想定した周波数偏差の分割数である。

【0018】図1において、受信信号は受信信号入力端子31を介して、(2S+1)個の相関器32 iにそれぞれ送られる。それぞれのメモリ33 iは受信信号として期待されるユニークワードのレプリカを格納しており、そのレプリ

$$v_{i,k} = \exp(j2\pi\Delta f_i \cdot kT_s) \cdot u_k$$

(k=0,1,2,...,L-1)

カのユニークワードをそれぞれ対応する相関器32 iに送る。それぞれの相関器32 iでは対応するメモリ33 iから読出されるユニークワードのレプリカと、受信信号との相関演算を行う。これら(2S+1)個のメモリ33 iに格納されたユニークワードのレプリカは、それぞれ、ある想定した周波数偏差があった場合に受信信号として期待されるユニークワードである。例えば、送信されるユニークワードが u_k (k=0, 1, 2, ..., L-1) である時、メモリ33 iでは、周波数偏差を Δf_i とし、次の式(2)で計算される位相回転を施した値 $v_{i,n}$ を格納しておく。

【0019】

【数2】

…式(2)

【0020】ここで、 T_s はシンボル間隔時間である。したがって、時刻nにおける相関器32 iの出力 $c_{i,n}$ は式(1)及び式(2)より、次の式(3)で与えられる。

$$c_{i,n} = \left| \sum_{k=0}^{L-1} v_{i,L-1-k}^* r_{n-kM} \right|^2 = \left| \sum_{k=0}^{L-1} \exp(-j2\pi\Delta f_i \cdot (L-1-k)T_s) u_{L-1-k}^* r_{n-kM} \right|^2$$

…式(3)

【0022】こうして求められた $c_{i,n}$ は相関値バッファ34 iにそれぞれ送られて蓄えられる。最大値検出器35では、相関値バッファ34 i全てから送られてくる全ての $c_{i,n}$ から、最大値を与えるiとnを求める。例えば、 $i = I_{\max}$ 、 $n = N_p$ の時に $c_{i,n}$ が最大値である場合には、受信信号の周波数偏差は $\Delta f_{I_{\max}}$ に近い値を持ち、 $n = N_p$ の時点の入力信号がユニークワードの最終シンボルであると判断でき、それによってフレームタイミングが検出できる。また、周波数偏差出力端子37は、最大位置検出器35が求めた最大値を与える場合の周波数偏差 Δf を出力す

$$\Delta f_i = i \cdot 0.8/W \quad (i = 0, \pm 1)$$

る。

【0023】なお、メモリ33 iで設定する Δf_i は想定される周波数偏差の全領域にわたって適切に設定しておく必要がある。図7は、本発明の相関器による規格化した周波数偏差と相関出力との関係の一例を示した図である。図7においては、式(4)で表わされる3系統の相関器を用いた場合の相関出力のピーク値を示している。

【0024】

【数4】

…式(4)

【0025】この例では、概ね $1.2/W < |\Delta f|$ の範囲でのフレーム検出が期待できる。

【0026】さらに、本実施例で出力される $\Delta f_{I_{\max}}$ はAFCを行うための周波数偏差の概算値として用いることも可能である。通常のAFCに用いられる周波数検出方式では、初期の周波数偏差の引込み範囲に理論上の限界がある。しかし、本実施例では、 Δf_i を十分広い領域にわたって設定すれば、周波数偏差の検出上は限界が生じない。したがって、この概算値を用いてAFCの初期引込みを行い、ある程度周波数偏差が小さくなった時点から通常

のAFCを行うことにより、引込み範囲を従来よりも広げることが可能である。

【0027】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、大きな周波数偏差が存在する場合でもフレーム検出ができる。したがって、受信信号の立上がり時などにAFC等の各種同期の収束を待たずに、フレーム検出によるタイミングの引込みが可能となった。

【0028】また、本発明の第2の効果として、フレーム内に含まれる既知シンボルを用いたAFCを可能とし

た。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明のフレーム検出器の一実施例の構成を示すブロック図。

【図2】 従来のフレーム検出器の構成を説明するブロック図。

【図3】 従来の相関器の構成を説明するブロック図。

【図4】 従来の相関器の出力系列例を示す図。

【図5】 従来の周波数偏差がある場合の相関器の出力例を示す図。

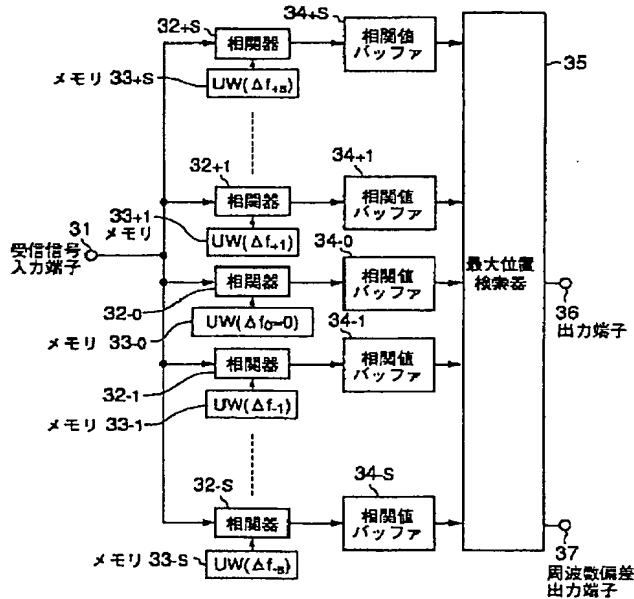
【図6】 規格化した周波数偏差と相関出力との関係を示す図。

【図7】 本発明の相関器による規格化した周波数偏差と相関出力との関係の一例を示す図。

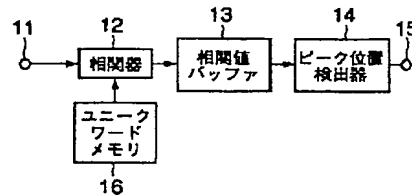
【符号の説明】

11: 受信信号入力端子、 12: 相関器、 13: 相関値バッファ、 14: ピーク位置検出器、 15: ピーク位置出力端子、 16: ユニークワードメモリ、 21: 入力端子、 22- i : M 段のシフトレジスタ ($i=1, 2, 3, \dots, (L-1)$)、 23: ユニークワード入力端子、 24: 複素共役演算子、 25- i : 複素乗算器 ($i=0, 1, 2, \dots, (L-1)$)、 26: 複素加算器、 27: 振幅二乗演算器、 28: 相関値出力端子、 32- i : 相関器 ($i=-S, \dots, -1, 0, +1, \dots, +S$)、 33- i : メモリ ($i=-S, \dots, -1, 0, +1, \dots, +S$)、 34- i : 相関値バッファ ($i=-S, \dots, -1, 0, +1, \dots, +S$)、 35: 最大値検索器、 36: 出力端子、 37: 周波数偏差出力端子、

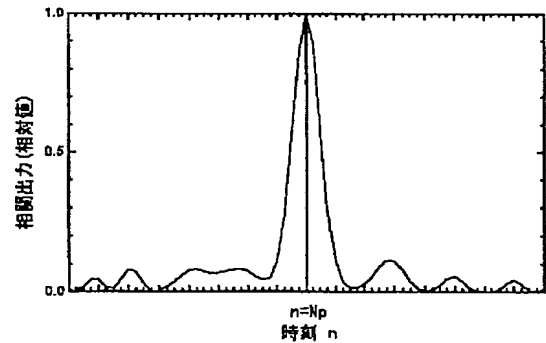
【図1】



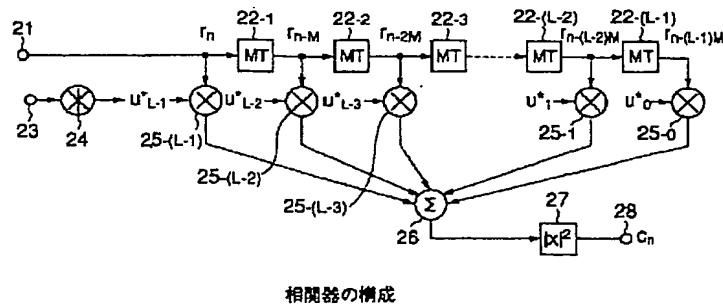
【図2】



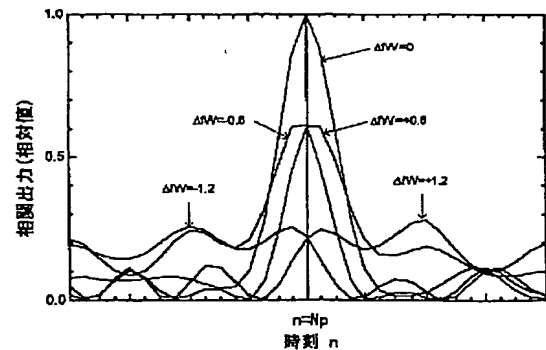
【図4】



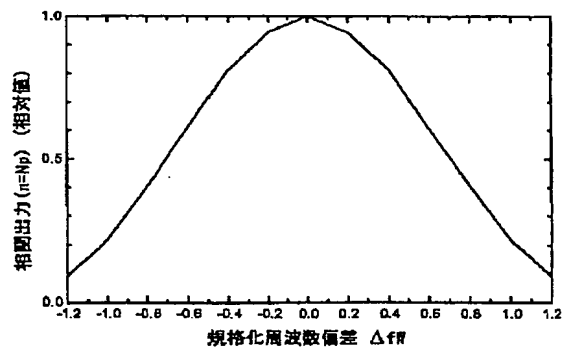
【図3】



【図5】



【図6】



【図7】

